

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
1. März 2001 (01.03.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 01/14737 A1

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: F02M 63/02, 47/02, 63/00, 45/00, 41/16

(72) Erfinder; und  
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): MAHR, Bernd [DE/DE]; Panoramastrasse 83, D-73207 Plochingen (DE). KROPP, Martin [DE/DE]; Hofstattstrasse 1, D-70825 Korntal-Muenchingen (DE). MAGEL, Hans-Christoph [DE/DE]; Bachstrasse 10, D-72793 Pfullingen (DE). OTTERBACH, Wolfgang [DE/DE]; Wikingerweg 45, D-70439 Stuttgart (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE00/02553

(22) Internationales Anmeldedatum:  
2. August 2000 (02.08.2000)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
199 39 418.0 20. August 1999 (20.08.1999) DE

(81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

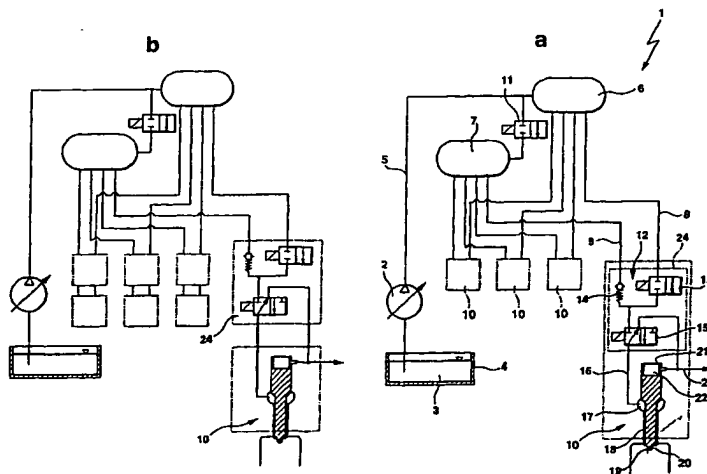
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, D-70442 Stuttgart (DE).

Veröffentlicht:  
— Mit internationalem Recherchenbericht.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: FUEL INJECTION SYSTEM FOR AN INTERNAL COMBUSTION MACHINE

(54) Bezeichnung: KRAFTSTOFFEINSPRITZSYSTEM FÜR EINE BRENNKRAFTMASCHINE



(57) Abstract: The invention relates to a fuel injection system (1) for an internal combustion engine in which fuel with at least two different fuel pressures can be injected by injectors (10) into the combustion chamber of an internal combustion engine comprising a central first pressure accumulator (6) for the higher pressure fuel and a central, second pressure accumulator (7) fed by the first pressure accumulator (6) wherein a lower fuel pressure is maintained, by regulating the fuel supply. A valve unit is provided for switching between the higher and lower fuel. The valve unit (12) for switching between the higher and lower fuel is provided locally for each injector (10). The injection system of invention enables improved dosing of the lower fuel pressure.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 01/14737 A1

BEST AVAILABLE COPY



*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

(57) Zusammenfassung: Bei einem Kraftstoffeinspritzsystem (1) für eine Brennkraftmaschine, bei dem Kraftstoff mit mindestens zwei unterschiedlich hohen Kraftstoffdrücken über Injektoren (10) in den Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt werden kann, mit einem zentralen ersten Druckspeicher (6) für den höheren Kraftstoffdruck und einem vom ersten Druckspeicher (6) gespeisten zentralen zweiten Druckspeicher (7), in dem durch Regelung seiner Kraftstoffzufuhr der tiefere Kraftstoffdruck aufrechterhalten wird, und mit einer Ventileinheit zum Umschalten zwischen dem höheren und dem tieferen Kraftstoffdruck ist die Ventileinheit (12) zum Umschalten zwischen dem höheren und dem tieferen Kraftstoffdruck lokal für jeden Injektor (10) vorgesehen. Mit diesem Einspritzsystem ist eine verbesserte Dosierung des tieferen Kraftstoffdruckes möglich.

WO 01/14737

PCT/DE00/02553

05

10

15

20

25 Kraftstoffeinspritzsystem für eine Brennkraftmaschine

Stand der Technik

30 Die Erfindung geht aus von einem Kraftstoffeinspritzsystem  
für eine Brennkraftmaschine nach der Gattung des Patentan-  
spruchs 1.

Ein derartiges Einspritzsystem ist beispielsweise durch die EP 0 711 914 A1 bekanntgeworden.

05 Zum besseren Verständnis der nachfolgenden Beschreibung  
werden zunächst einige Begriffe näher erläutert: Bei einem  
*druckgesteuerten Kraftstoffeinspritzsystem* wird durch den  
im Düsenraum eines Injektors herrschenden Kraftstoffdruck  
ein Ventilkörper (z.B. eine Düsennadel) gegen die Wirkung  
einer Schließkraft aufgesteuert und so die Einspritzöff-  
10 nung für eine Einspritzung des Kraftstoffes freigegeben.  
Der Druck, mit dem Kraftstoff aus dem Düsenraum in den Zy-  
linder austritt, wird als *Einspritzdruck* bezeichnet. Unter  
einem *hubgesteuerten Kraftstoffeinspritzsystem* wird im  
Rahmen der Erfindung verstanden, daß das Öffnen und  
15 Schließen der Einspritzöffnung eines Injektors mit Hilfe  
eines verschieblichen Ventilglieds aufgrund des hydraulischen  
Zusammenwirkens der Kraftstoffdrücke in einem Düsen-  
raum und in einem Steuerraum erfolgen. Weiterhin ist im  
folgenden eine Anordnung als *zentral* bezeichnet, wenn sie  
20 gemeinsam für alle Zylinder vorgesehen ist, und als *lokal*,  
wenn sie für nur einen einzelnen Zylinder vorgesehen ist.

Bei dem aus der EP 0 711 914 A1 bekannten druckgesteuerten  
Kraftstoffeinspritzsystem wird mit Hilfe einer Hochdruck-  
25 pumpe Kraftstoff auf einen ersten hohen Kraftstoffdruck  
von etwa 1200 bar komprimiert und in einem ersten Druck-  
speicher gespeichert. Weiterhin wird der unter Hochdruck  
stehende Kraftstoff auch in einen zweiten Druckspeicher  
gefördert, in welchem durch Regelung seiner Kraftstoffzu-  
30 fuhr mittels eines 2/2-Wegventils ein zweiter hoher Kraft-  
stoffdruck von ca. 400 bar aufrechterhalten wird. Über ei-  
ne zentrale Ventilsteuereinheit und eine zentrale Vertei-  
lereinrichtung wird entweder der tiefere oder höhere

Kraftstoffdruck in den Düsenraum eines Injektors geleitet. Dort wird durch den Druck ein federbelasteter Ventilkörper von seinem Ventilsitz abgehoben, so daß Kraftstoff aus dem Düsenraum austreten kann.

05

Bei diesem bekannten Kraftstoffeinspritzsystem wird der Kraftstoff für eine Einspritzung aus dem jeweiligen zentralen Druckspeicher über die zentrale Ventileinheit und die zentrale Verteilereinrichtung auf die einzelnen Injektoren aufgeteilt. Das jeweils maximal mögliche Einspritzfenster ist damit durch die Ventileinheit und die Verteilereinrichtung gemeinsam bestimmt.

10

15

Aus der WO 98/09068 ist weiterhin ein hubgesteuertes Einspritzsystem bekannt, bei dem ebenfalls zwei Druckspeicher zur Lagerung der beiden Kraftstoffdrücke vorgesehen sind. Auch hier erfolgt die Zumessung des jeweiligen Kraftstoffdruckes über zentrale Ventileinheiten.

20

#### Vorteile der Erfindung

25

Das erfindungsgemäße Einspritzsystem weist zum Erreichen einer verbesserten Dosierung des tieferen Kraftstoffdruckes die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 1 auf. Erfindungsgemäße Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen enthalten.

30

Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, den tieferen Kraftstoffdruck nicht zentral, sondern für jeden Injektor jeweils lokal über eine Ventileinheit zu steuern. Aufgrund der kurzen Leitung zwischen lokaler Ventileinheit und Düsenraum des Injektors sind Leitungsverluste auf ein Mini-

05 mum reduziert. Zusätzlich zur besseren Dosiermöglichkeit bestehen weitere Vorteile in der guten Reproduzierbarkeit der Vor- und Nacheinspritzung mit dem tieferen Kraftstoffdruck sowie in einem verringerten Einfluß von Bauteiltoleranzen auf die Vor- und Nacheinspritzung.

10 Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen des Gegenstands der Erfindung sind der Beschreibung, der Zeichnung und den Ansprüchen entnehmbar.

#### Zeichnung

15 Verschiedene Ausführungsbeispiele von erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzsystemen, bei denen Kraftstoff mit zwei unterschiedlich hohen Kraftstoffdrücken in zwei Druckspeichern gelagert und eingespritzt wird, sind in der Zeichnung schematisch dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung erläutert. Es zeigen:

20 **Fig. 1** ein erstes Einspritzsystem mit druckgesteuerten Injektoren und einer lokalen Ventileinheit zum Umschalten zwischen dem höheren und dem tieferen Kraftstoffdruck;

25 **Fig. 2** ein zweites Einspritzsystem mit druckgesteuerten Injektoren und einer modifizierten lokalen Ventileinheit;

30 **Fig. 3** ein drittes Einspritzsystem mit hubgesteuerten Injektoren und der in Fig. 2 gezeigten lokalen Ventileinheit; und

Fig. 4 ein viertes Einspritzsystem mit modifizierten hubgesteuerten Injektoren und der in Fig. 2 gezeigten lokalen Ventileinheit.

05

#### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Bei dem in Fig. 1 dargestellten ersten Ausführungsbeispiel eines druckgesteuerten Kraftstoffeinspritzsystems 1 fördert eine mengengeregelte Kraftstoffpumpe 2 Kraftstoff 3 mit einem Druck von ca. 300 bis 1800 bar aus einem Vorratstank 4 über eine Förderleitung 5 in einen ersten zentralen Druckspeicher 6 (Common-Rail) und in einen zweiten zentralen Druckspeicher 7 (Common-Rail), von denen jeweils mehrere, der Anzahl einzelner Zylinder entsprechende Druckleitungen 8 bzw. 9 zu den einzelnen, in den Brennraum der zu versorgenden Brennkraftmaschine ragenden druckgesteuerten Injektoren 10 (Einspritzeinrichtung) abführen. In Fig. 1 ist lediglich einer der Injektoren 10 näher dargestellt.

Mit Hilfe der Kraftstoffpumpe 2 wird so ein erster höherer Kraftstoffdruck von bis zu 1800 bar erzeugt, der im ersten Druckspeicher 6 gelagert wird. Der unter diesem Druck stehende Kraftstoff wird auch in den zweiten Druckspeicher 7 gefördert, in welchem durch Regelung seiner Kraftstoffzufuhr mittels eines 2/2-Wegventils 11 ein zweiter tieferer Kraftstoffdruck von ca. 300 bar aufrechterhalten wird. Für beide Druckspeicher 6, 7 ist jeweils ein Regelkreis mit einem Drucksensor vorgesehen. Das tiefere Druckniveau kann für eine Voreinspritzung und je nach Bedarf auch für eine Nacheinspritzung (HC-Anreicherung zur Abgasnachbehandlung)

verwendet werden, während eine Haupteinspritzung mit dem höheren Kraftstoff aus dem Hochdruckspeicher 6 erfolgt.

- 05 Die Umschaltung zwischen entweder dem tieferen oder dem höheren Kraftstoffdruck erfolgt für jeden Zylinder bzw. Injektor 10 getrennt und zwar jeweils über eine lokale Ventilanordnung 12, die als Schaltelement für den höheren Kraftstoffdruck in der Druckleitung 8 ein 2/2-Wege-Ventil 13 aufweist. Dessen Ausgang ist von der Druckleitung 9
- 10 durch ein Rückschlagventil 14 abgekoppelt. Über ein 3/2-Wege-Ventil 15 wird dann der jeweils anstehende Druck über eine Druckleitung 16 in einen Düsenraum 17 des Injektors 10 geleitet. Die Einspritzung erfolgt druckgesteuert mit Hilfe eines in einer Führungsbohrung axial verschiebbaren
- 15 kolbenförmigen Ventilglieds 18 (Düsennadel), dessen konische Ventildichtfläche 19 mit einer Ventilsitzfläche am Injektorgehäuse zusammenwirkt und so die dort vorgesehenen Einspritzöffnungen 20 verschließt. Innerhalb des Düsenraums 17 ist eine in Öffnungsrichtung des Ventilglieds 18
- 20 weisende Druckfläche des Ventilgliedes 18 dem dort herrschenden Druck ausgesetzt, wobei sich der Düsenraum 17 über einen Ringspalt zwischen dem Ventilglied 18 und der Führungsbohrung bis an die Ventildichtfläche 19 des Injektors 10 fortsetzt. Durch den im Düsenraum 17 herrschenden
- 25 Druck wird das die Einspritzöffnungen 20 abdichtende Ventilglied 18 gegen die Wirkung einer Schließkraft (Schließfeder 21) aufgesteuert, wobei der Federraum 22 mittels einer Leckageleitung 23 druckentlastet ist.
- 30 Die Einspritzung mit dem tieferen Kraftstoffdruck erfolgt bei unbestromtem 2/2-Wege-Ventil 13 durch Bestromen des 3/2-Wege-Ventils 15. Die Einspritzung mit dem höheren Kraftstoffdruck erfolgt bei bestromtem 3/2-Wege-Ventil 15



durch Bestromen des 2/2-Wege-Ventils 13, wobei das Rückschlagventil 14 einen ungewollten Rücklauf in die Druckleitung 9 verhindert. Am Ende der Einspritzung wird bei unbestromtem 2/2-Wege-Ventil 13 das 3/2-Wege-Ventil 15 auf Leckage 23 zurückgeschaltet. Dadurch werden die Druckleitung 16 und der Düsenraum 17 druckentlastet, so daß das federbelastete Ventilglied 18 die Einspritzöffnungen 20 wieder verschließt.

Die in Fig. 1 insgesamt mit 24 bezeichnete Anordnung aus lokaler Ventilanordnung 12 und 3/2-Wege-Ventil 15 kann innerhalb des Injektorgehäuses (Fig. 1a) oder außerhalb des Injektorgehäuses (Fig. 1b), z.B. im Bereich der Druckspeicher 6, 11, angeordnet sein. So läßt sich eine kleinere Baugröße des Injektorgehäuses und durch Ausnutzung von Wellenreflexionen in der nun längeren Druckleitung 16 ein erhöhter Einspritzdruck erreichen.

Nachfolgend werden in der Beschreibung zu den weiteren Figuren lediglich die Unterschiede zum Kraftstoffeinspritzsystem nach Fig. 1 behandelt. Identische bzw. funktionsgleiche Bauteile sind mit gleichen Bezugsziffern bezeichnet und werden nicht näher erläutert.

Anders als beim Einspritzsystem 1 wird bei dem in Fig. 2 gezeigten Einspritzsystem 30 der höhere Kraftstoffdruck des ersten Druckspeichers 6 über eine Verteilereinrichtung 31 zentral auf die einzelnen Injektoren 10 aufgeteilt. Die Zumessung des im ersten Druckspeicher 6 gelagerten Kraftstoffs wird mit einem 3/2-Wege-Ventil 32 vor der Verteilereinrichtung 31 zentral gesteuert. Die Umschaltung zwischen den beiden Druckleitungen 8, 9 erfolgt für jeden Injektor 10 jeweils lokal über die insgesamt mit 33 bezeichnete

nete Ventilanordnung, in der als Schaltelement ein 3/2-Wege-Ventil 34 vorgesehen ist. Die Einspritzung mit dem tieferen Kraftstoffdruck erfolgt bei stromlosem 3/2-Wege-Ventil 32 durch Bestromen des 3/2-Wege-Ventils 34, während  
05 die Einspritzung mit dem höheren Kraftstoffdruck bei bestromtem 3/2-Wege-Ventil 32 und unbestromtem 3/2-Wege-Ventil 34 erfolgt. Am Ende dieser Einspritzung wird bei stromlosem 3/2-Wege-Ventil 34 das 3/2-Wege-Ventil 32 auf Leckage 35 zurückgeschaltet, wodurch die Verteilereinrichtung 31  
10 und der Injektor 10 druckentlastet werden. Die lokale Ventileinheit 33 kann entweder innerhalb des Injektorgehäuses (Fig. 2a) oder außerhalb (Fig. 2b) angeordnet sein.

Vom dem Einspritzsystem 1 unterscheidet sich das Einspritzsystem 40 durch die Verwendung der lokalen Ventilanordnung 33 und die Verwendung hubgesteuerter Injektoren  
15 41, von denen lediglich einer näher dargestellt ist. Ausgehend von dem druckgesteuerten Injektor 10 der Fig. 1 greift bei einem hubgesteuerten Injektor 41 an dem Ventili-  
20 glied 18 coaxial zu der Ventildfeder 21 ein Druckstück 42 an, das mit seiner der Ventildichtfläche 19 abgewandten Stirnseite 43 einen Steuerraum 44 begrenzt. Der Steuerraum 44 hat von der Druckleitung 16 her einen Kraftstoffzulauf mit einer ersten Drossel 45 und einen Kraftstoffablauf zu  
25 einer Druckentlastungsleitung 46 mit einer zweiten Drossel 47, die durch ein 2/2-Wege-Ventil 48 auf Leckage 49 steuerbar ist. Über den Druck im Steuerraum 44 wird das Druckstück 42 in Schließrichtung druckbeaufschlagt. Unter dem  
ersten oder zweiten Kraftstoffdruck stehender Kraftstoff  
30 füllt ständig den Düsenraum 17 und den Steuerraum 44. Bei Betätigung (Öffnen) des 2/2-Wege-Ventils 48 kann der Druck im Steuerraum 44 abgebaut werden, so daß in der Folge die in Öffnungsrichtung auf das Ventili-  
glied 18 wirkende Druck-

kraft im Düsenraum 17 die in Schließrichtung auf das Ventilglied 18 wirkende Druckkraft übersteigt. Die Ventildichtfläche 19 hebt von der Ventilsitzfläche ab, und Kraftstoff wird eingespritzt. Dabei lassen sich der Druckentlastungsvorgang des Steuerraums 44 und somit die Hubsteuerung des Ventilglieds 18 über die Dimensionierung der beiden Drosseln 45 und 47 beeinflussen. Das Ende der Einspritzung wird durch erneutes Betätigen (Schließen) des 2/2-Wege-Ventils 48 eingeleitet, das den Steuerraum 44 wieder von der Leckageleitung 49 abkoppelt, so daß sich im Steuerraum 44 erneut ein Druck aufbaut, der das Druckstück 42 in Schließrichtung bewegen kann. Die Umschaltung auf hohes Druckniveau wird für jeden Injektor durch Bestromen der Ventilanordnung 33 realisiert. Nach Beendigung der Einspritzung kann sich der komprimierte Kraftstoff im Injektor über die Ventileinheit 33 in das Niederdruckrail entspannen, so daß die Ventileinheit 11 bei geeigneter Auslegung entfallen kann. Die Ventilanordnung 33 kann entweder innerhalb des Injektorgehäuses (Fig. 3a) oder außerhalb (Fig. 3b) angeordnet sein.

In den 3/2-Wege-Ventilen können Magnetaktoren oder auch Piezosteller mit entsprechendem Temperatenausgleich und der notwendigen Kraft- oder Wegübersetzung verwendet werden. Piezosteller ermöglichen schnellere Ventilschaltzeiten und eine bessere Dosiermöglichkeit. Durch Verwendung eines Piezostellers kann außerdem auf eine bzw. auf beide Drosseln im hubgesteuerten Injektor verzichtet werden.

Das ansonsten dem in Fig. 3b entsprechende Einspritzsystem 50 (Fig. 4) weist modifizierte hubgesteuerte Injektoren 51 mit jeweils piezogesteuertem 3/2-Wege-Ventil 52 auf. Der Steuerraum 53 jedes Injektors 51 wird als ein Volumen, das

über das 3/2-Wege-Ventil 52 geschaltet wird, mit nur einer Zuleitung von der Druckleitung 16 her befüllt bzw. über die Leckage 54 entlastet. Für eine Einspritzung mit dem in der Druckleitung 16 jeweils anstehenden Kraftstoffdruck wird der ebenfalls unter diesem Druck stehende Steuerraum 53 durch Bestromen des 3/2-Wege-Ventils 52 entlastet, und die Einspritzung erfolgt hubgesteuert.

Bei einem Kraftstoffeinspritzsystem 1 für eine Brennkraftmaschine, bei dem Kraftstoff mit mindestens zwei unterschiedlich hohen Kraftstoffdrücken über Injektoren 10 in den Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt werden kann, mit einem zentralen ersten Druckspeicher 6 für den höheren Kraftstoffdruck und einem vom ersten Druckspeicher 6 gespeisten zentralen zweiten Druckspeicher 7, in dem durch Regelung seiner Kraftstoffzufuhr der tiefere Kraftstoffdruck aufrechterhalten wird, und mit einer Ventileinheit zum Umschalten zwischen dem höheren und dem tieferen Kraftstoff ist die Ventileinheit 12 zum Umschalten zwischen dem höheren und dem tieferen Kraftstoff lokal für jeden Injektor 10 vorgesehen. Mit diesem Einspritzsystem ist eine verbesserte Dosierung des tieferen Kraftstoffdruckes möglich.

Patentansprüche

- 05 1. Kraftstoffeinspritzsystem (1; 30; 40; 50) für eine Brennkraftmaschine, bei dem Kraftstoff mit mindestens zwei unterschiedlich hohen Kraftstoffdrücken über Injektoren (10; 41; 51) in den Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt werden kann,
- 10 mit einem zentralen ersten Druckspeicher (6) für den höheren Kraftstoffdruck und einem vom ersten Druckspeicher (6) gespeisten zentralen zweiten Druckspeicher (7), in dem durch Regelung seiner Kraftstoffzufuhr der tiefere Kraftstoffdruck aufrechterhalten
- 15 wird, und mit einer Ventileinheit zum Umschalten zwischen dem höheren und dem tieferen Kraftstoff,
- dadurch gekennzeichnet,
- 20 daß die Ventileinheit (12; 33) zum Umschalten zwischen dem höheren und dem tieferen Kraftstoff lokal für jeden Injektor (10; 41; 51) vorgesehen ist.
- 25 2. Kraftstoffeinspritzsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die lokale Ventileinheit (12) als Schaltelement für den höheren Kraftstoffdruck ein 2/2-Wege-Ventil (13) aufweist.
- 30 3. Kraftstoffeinspritzsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die lokale Ventileinheit (33) als Schaltelement zwischen dem höheren und tieferen Kraftstoffdruck ein 3/2-Wege-Ventil (34) aufweist.

4. Kraftstoffeinspritzsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Injektoren (10) für eine Drucksteuerung ausgebildet sind.
- 05 5. Kraftstoffeinspritzsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Injektoren (41; 51) für eine Hubsteuerung ausgebildet sind.
- 10 6. Kraftstoffeinspritzsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß durch die Ventileinheit (12, 33) der Düsenraum (17) und der Steuerraum (44) gemeinsam entweder mit niederem oder hohem Kraftstoffdruck beaufschlagbar sind.

15

1 / 7

Fig. 1a

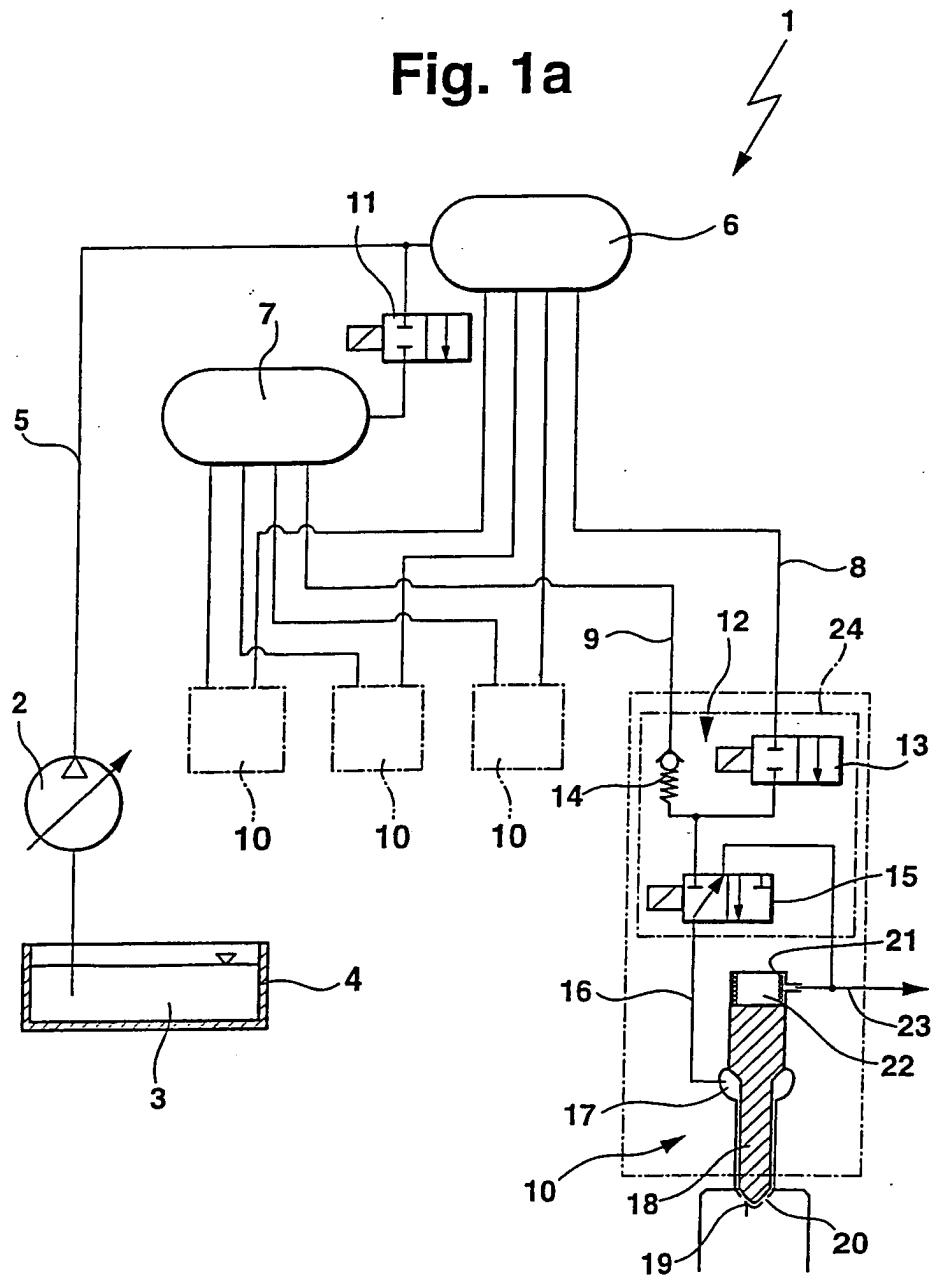


Fig. 1b

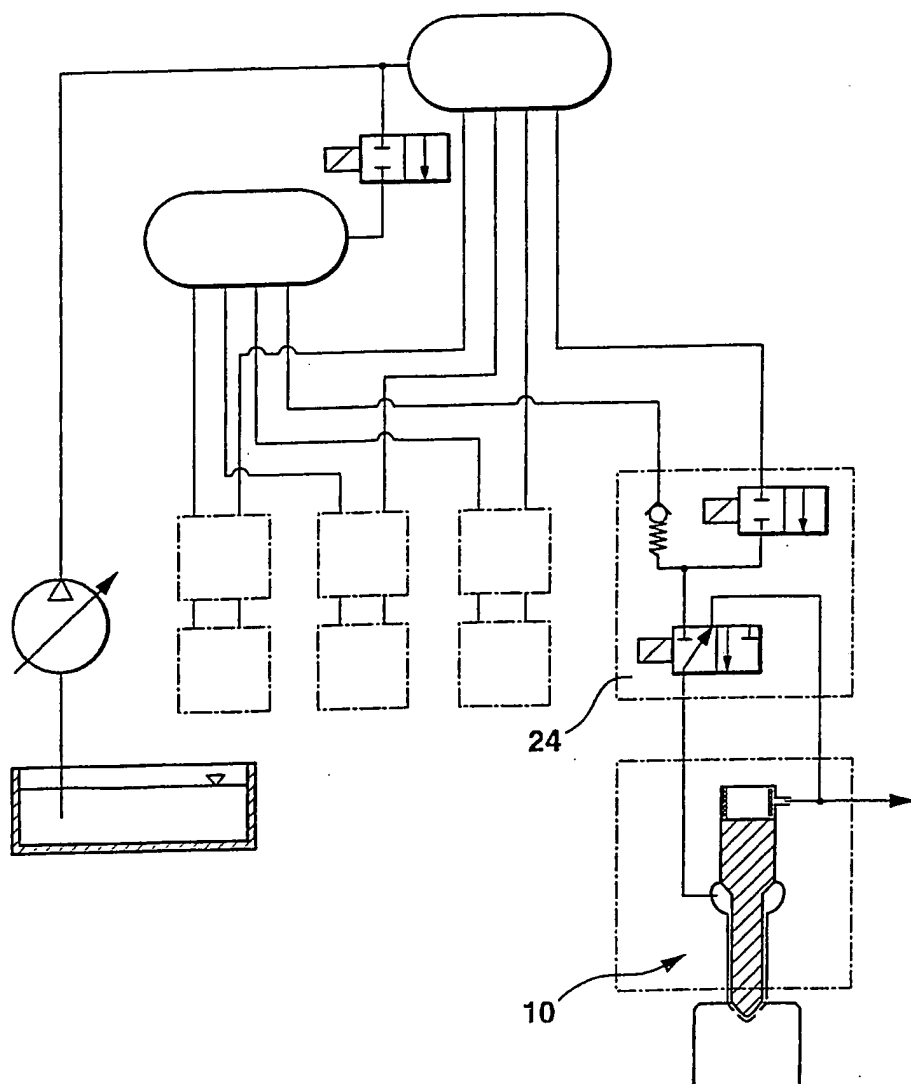




Fig. 2a

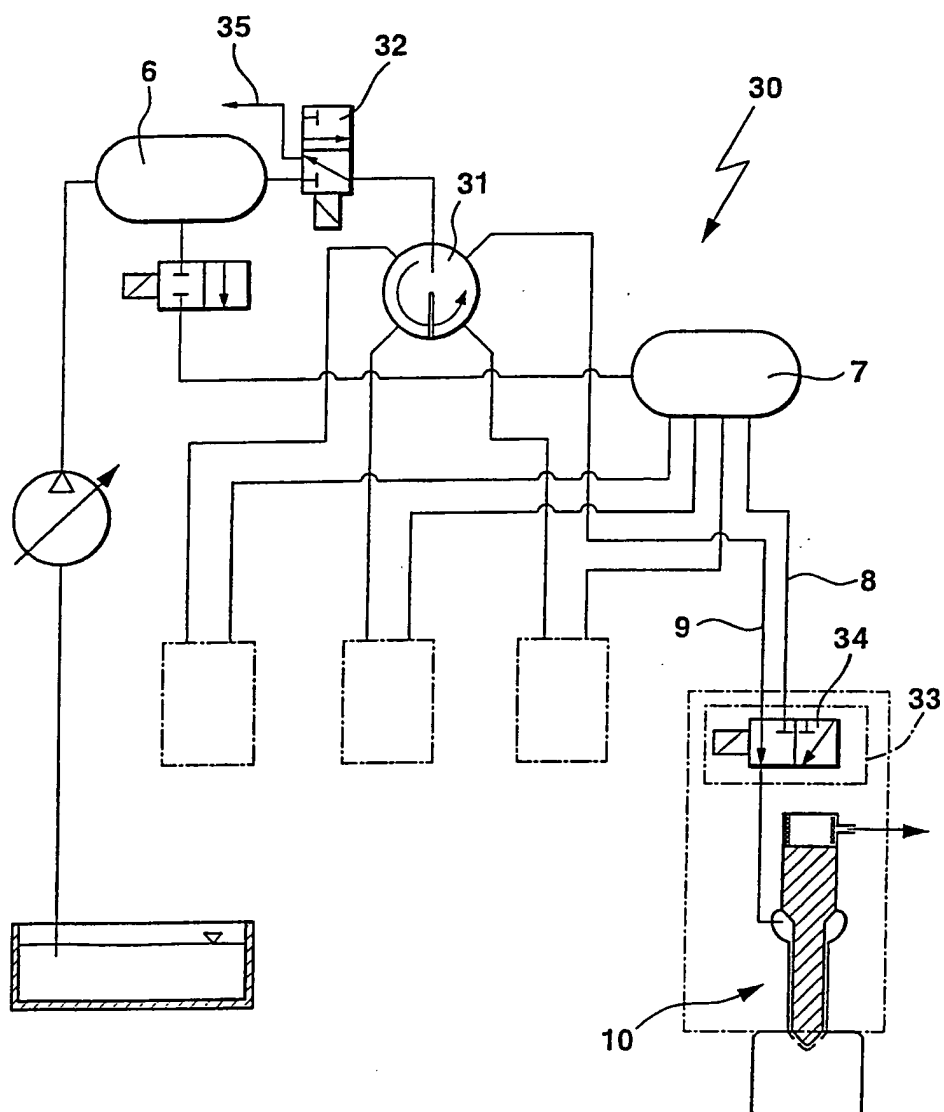


Fig. 2b

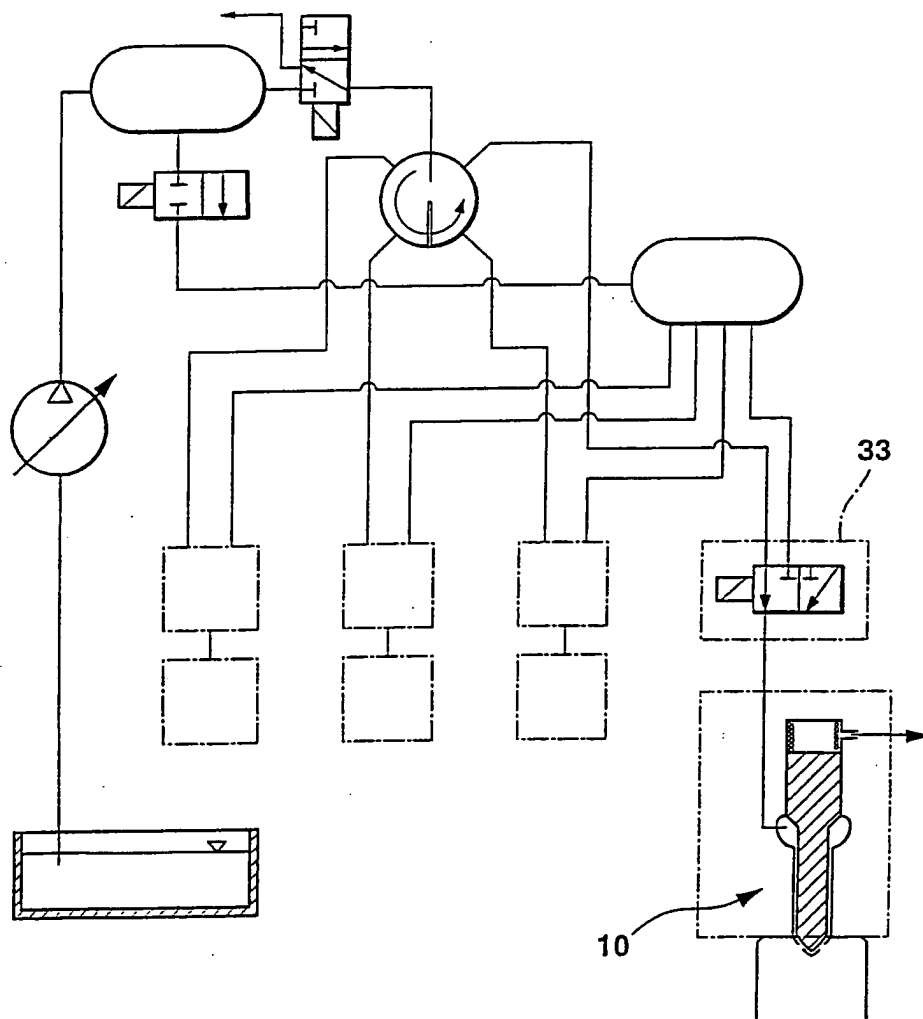
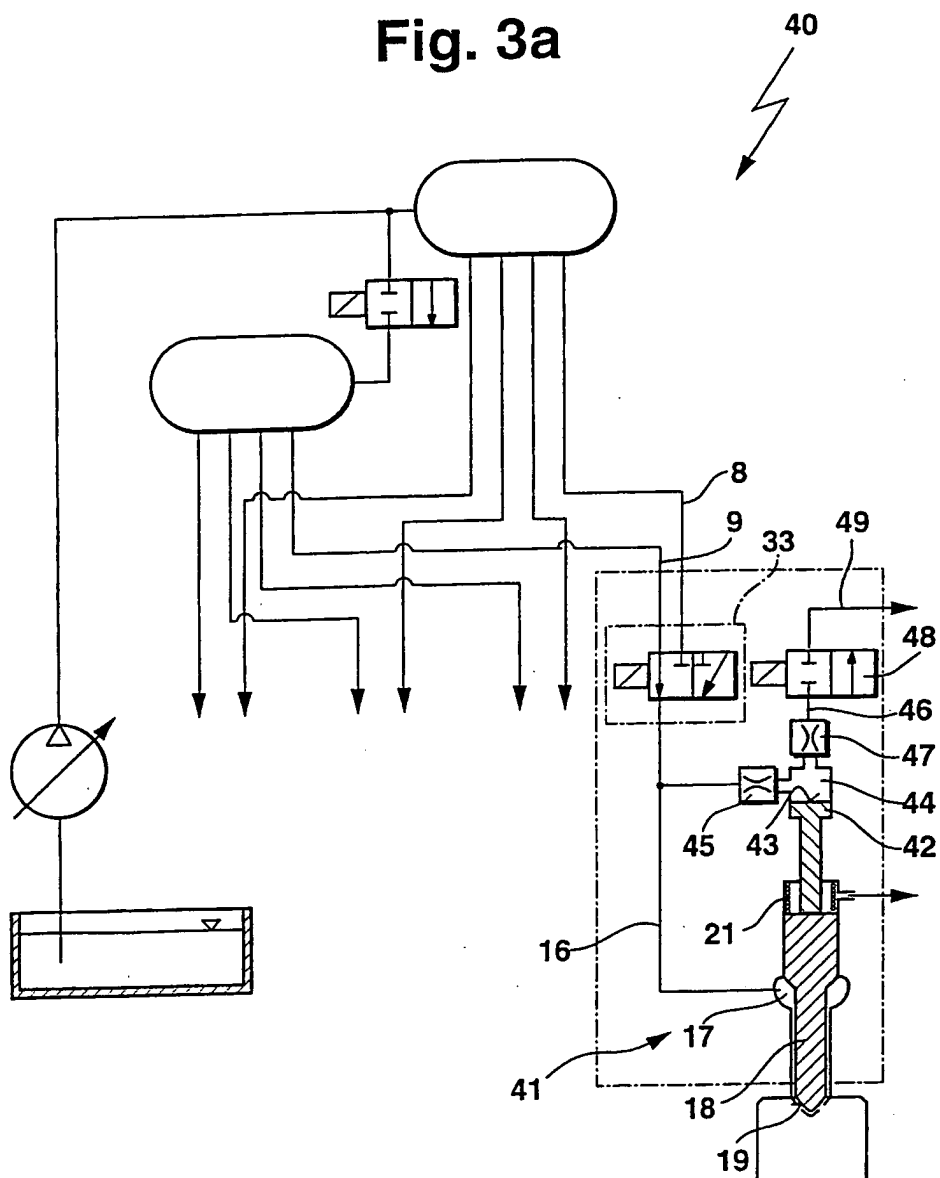
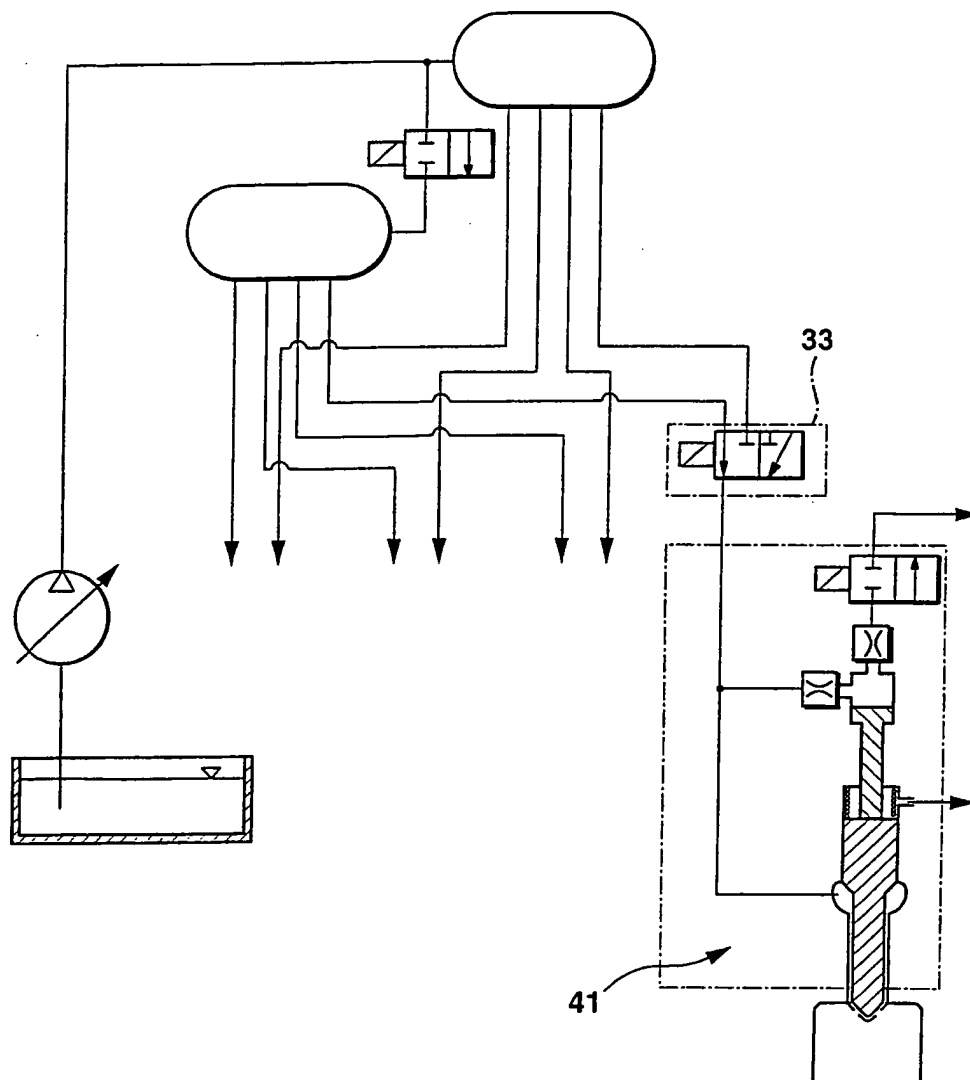


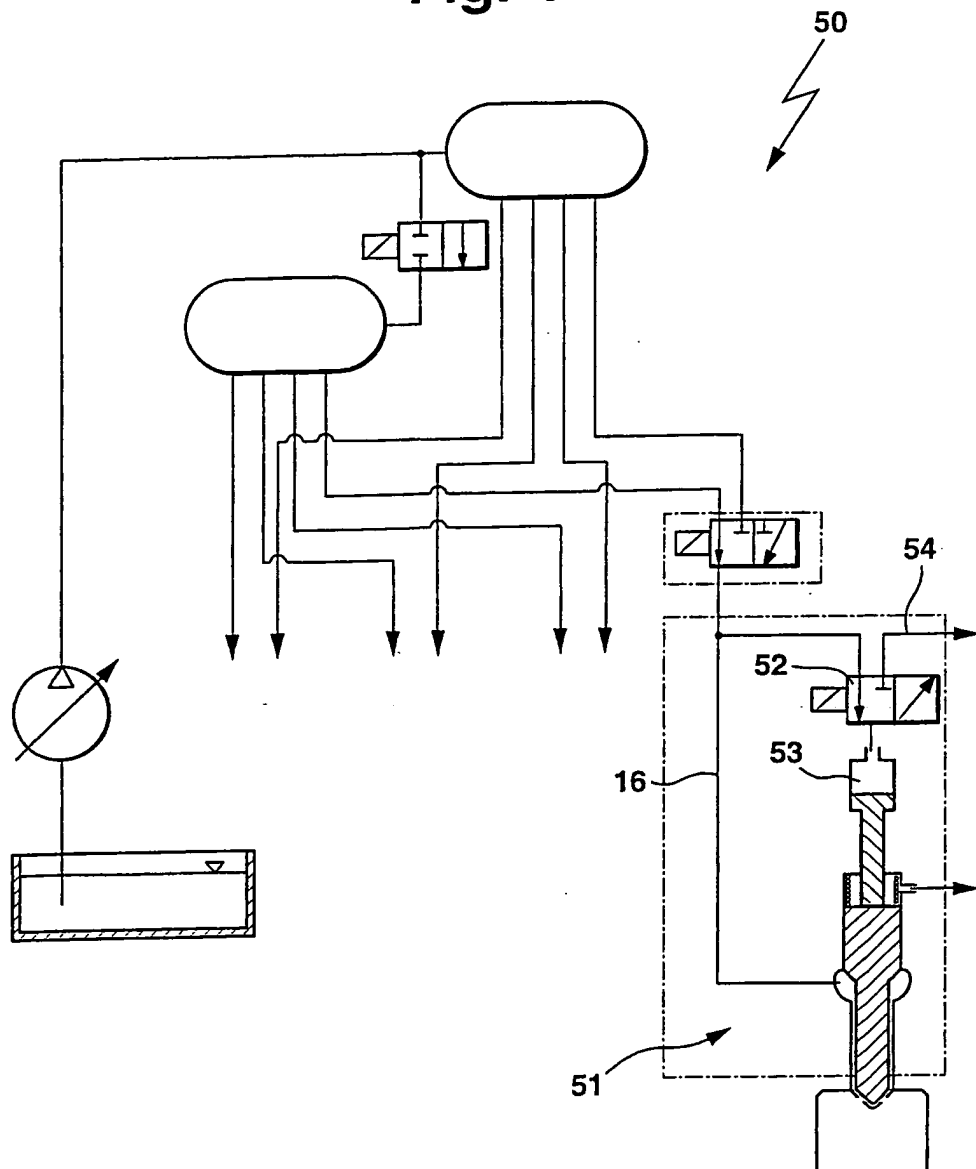
Fig. 3a



**Fig. 3b**

7/7

Fig. 4



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.  
PCT/DE 00/02553

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F02M63/02 F02M47/02 F02M63/00 F02M45/00 F02M41/16

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F02M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 98 09068 A (KOUKETSU SUSUMU ; TANABE KEIKI (JP); MITSUBISHI MOTORS CORP (JP); Y) 5 March 1998 (1998-03-05) & US 6 112 721 A 5 September 2000 (2000-09-05) column 13, line 60 -column 15, line 33; figures 2,4,6	1,2,4-6
A	DE 29 07 279 A (INST MOTORENBAU PROF HUBER E V) 28 August 1980 (1980-08-28) figures	4
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 018, no. 360 (M-1634), 7 July 1994 (1994-07-07) & JP 06 093936 A (MITSUBISHI MOTORS CORP), 5 April 1994 (1994-04-05) abstract	1,3,5
-/-		

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

1 November 2000

Date of mailing of the international search report

08/11/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Torle, E

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internat'l Application No  
PCT/DE 00/02553

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 740 067 A (ISUZU MOTORS LTD) 30 October 1996 (1996-10-30) column 9, line 7 - line 46; figures 3,4 ---	1,2,5
A	EP 0 711 914 A (LUCAS IND PLC) 15 May 1996 (1996-05-15) cited in the application column 1, line 37 -column 3, line 10; figure -----	1

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No.

PCT/DE 00/02553

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9809068 A	05-03-1998	DE 19780907 T US 6112721 A	01-10-1998 05-09-2000
DE 2907279 A	28-08-1980	FR 2449795 A GB 2045347 A,B JP 55164769 A US 4712528 A	19-09-1980 29-10-1980 22-12-1980 15-12-1987
JP 06093936 A	05-04-1994	JP 2882209 B	12-04-1999
EP 0740067 A	30-10-1996	JP 8296518 A JP 8296520 A DE 69605075 D DE 69605075 T EP 0909892 A US 5732679 A	12-11-1996 12-11-1996 16-12-1999 08-06-2000 21-04-1999 31-03-1998
EP 0711914 A	15-05-1996	DE 69507574 D DE 69507574 T ES 2129175 T JP 8210213 A US 5642714 A	11-03-1999 24-06-1999 01-06-1999 20-08-1996 01-07-1997



# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internat. Aktenzeichen  
PCT/DE 00/02553

<b>A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES</b>		
IPK 7	F02M63/02	F02M47/02 F02M63/00 F02M45/00 F02M41/16
Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
<b>B. RECHERCHIERTE GEBIETE</b>		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)		
IPK 7 F02M		
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)		
EPO-Internal, PAJ		
<b>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN</b>		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 98 09068 A (KOUKETSU SUSUMU ; TANABE KEIKI (JP); MITSUBISHI MOTORS CORP (JP); Y) 5. März 1998 (1998-03-05) & US 6 112 721 A 5. September 2000 (2000-09-05) Spalte 13, Zeile 60 - Spalte 15, Zeile 33; Abbildungen 2,4,6	1,2,4-6
A	DE 29 07 279 A (INST MOTORENBau PROF HUBER E V) 28. August 1980 (1980-08-28) Abbildungen	4
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 018, no. 360 (M-1634), 7. Juli 1994 (1994-07-07) & JP 06 093936 A (MITSUBISHI MOTORS CORP), 5. April 1994 (1994-04-05) Zusammenfassung	1,3,5
-/--		
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahelegend ist "Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
1. November 2000		08/11/2000
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter  Torle, E

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internat. Aktenzeichen  
PCT/DE 00/02553

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 740 067 A (ISUZU MOTORS LTD) 30. Oktober 1996 (1996-10-30) Spalte 9, Zeile 7 - Zeile 46; Abbildungen 3,4 ---	1,2,5
A	EP 0 711 914 A (LUCAS IND PLC) 15. Mai 1996 (1996-05-15) in der Anmeldung erwähnt Spalte 1, Zeile 37 - Spalte 3, Zeile 10; Abbildung -----	1

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internat. des Aktenzeichen

PCT/DE 00/02553

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 9809068 A	05-03-1998	DE 19780907 T US 6112721 A	01-10-1998 05-09-2000
DE 2907279 A	28-08-1980	FR 2449795 A GB 2045347 A, B JP 55164769 A US 4712528 A	19-09-1980 29-10-1980 22-12-1980 15-12-1987
JP 06093936 A	05-04-1994	JP 2882209 B	12-04-1999
EP 0740067 A	30-10-1996	JP 8296518 A JP 8296520 A DE 69605075 D DE 69605075 T EP 0909892 A US 5732679 A	12-11-1996 12-11-1996 16-12-1999 08-06-2000 21-04-1999 31-03-1998
EP 0711914 A	15-05-1996	DE 69507574 D DE 69507574 T ES 2129175 T JP 8210213 A US 5642714 A	11-03-1999 24-06-1999 01-06-1999 20-08-1996 01-07-1997

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**